

**Campionamento delle sabbie con impiego di iniezioni chimiche.**

R. H. KAROL: *Use of Chemical Grouts to Sample Sands*. Sampling of Soil and Rock. STP 483, 1971, pagg. 51-59.

La recente pubblicazione dell'A.S.T.M.: «STP 483», raccoglie gli articoli presentati sul campionamento dei terreni e delle rocce alla 73<sup>a</sup> riunione annuale di quella Società, tenutasi a Toronto nel giugno 1970. Tra i vari articoli è compreso quello che viene qui recensito dato che probabilmente interesserà un certo numero di tecnici.

L'argomento del campionamento dei terreni e delle rocce è spesso relegato nelle «Speciality Sessions» dei Congressi Internazionali, il che richiede, da parte del tecnico di cantiere desideroso di aggiornarsi in merito, che egli in primo luogo si munisca degli Atti di questo o quel Congresso Internazionale; che in secondo luogo proceda alla traduzione dei vari articoli; e infine mediti sull'opportunità di recepire o meno i consigli e le esperienze altrui. Poiché tutte e tre le operazioni suddette devono essere portate a termine, dovendosi esse considerare quali fattori di un prodotto e non una somma di più termini (in altre parole, se uno solo dei fattori è zero il prodotto è zero) accade che solo a pochi fortunati è concesso di tenere il passo, su tale argomento, con la pratica delle varie Nazioni.

Il problema del campionamento indusse il Comitato D 18 dell'A.S.T.M. a organizzare un simposio sull'argomento. Come misura preliminare furono chiesti consigli ai membri dello stesso Comitato e ad altri interessati, in merito allo svolgimento del simposio. Ottenuto il parere favorevole, furono sollecitati i contributi in ordine a:

— la necessità di ottenere campioni indisturbati di terreni e di rocce per la pratica dell'ingegneria;

— la necessità di esaminare i fattori che influenzano il disturbo dei campioni;

— la necessità di paragonare le operazioni, che in pratica vengono effettuate, con lo «State of the Art».

Più di 20 articoli pervennero per il simposio, dei quali solo 12 venne rite-

nuto che ricadessero nello scopo della riunione di Toronto. Dopo una relazione preliminare tenuta da due esperti (Golder e Osterberg) fu fatta una scelta di autori per formare un «panel» per la discussione delle varie questioni, discussione preliminare alla più ampia discussione che si sarebbe svolta in occasione del meeting: dall'insieme degli articoli e delle discussioni è nato l'SPT 483. Si deve indubbiamente prendere esempio del modo con cui oltre oceano si impostano le discussioni.

Ritornando al tema della recensione, l'autore dell'articolo inizia col mettere in evidenza che, malgrado ogni precauzione, durante il campionamento di un terreno in generale si verifica sempre un'espansione del terreno stesso dovuta all'asportazione del materiale sovrastante il campione. Pertanto la qualifica di «indisturbato» significa generalmente che il grado di disturbo è assai piccolo. Ciò è maggiormente vero per i depositi di materiale sciolto, anziché coesivo, dato che per quello non è possibile impedire il movimento relativo dei granelli e un loro diverso orientamento.

Fatta astrazione dal metodo del congelamento, poco pratico e oltretutto assai difficoltoso al disopra della falda, al fine di rendere fermi nello spazio i granelli stessi prima e durante l'operazione di campionamento non resta che ricorrere all'iniezione di prodotti molto fluidi (miscele «chimiche»).

I criteri che devono presiedere alla scelta di prodotti del genere sono:

a) la viscosità dev'essere pari a quella dell'acqua;

b) la resistenza del prodotto iniettato, una volta indurito, deve essere tale da consentire il prelievo del campione, nonché le successive operazioni d'imballaggio e trasporto, mediante gli usuali attrezzi di campionamento e custodia;

c) il prodotto non deve alterare il colore del campione;

d) esso deve anche essere chimicamente inerte col terreno da campionare;

e) esso, solidificato, dev'essere facilmente asportabile dai campioni in laboratorio.

L'Autore afferma che un buon numero dei requisiti sopra elencati è posseduto sia dalle resine acriliche che da alcune soluzioni di silicato. Espone quindi alcuni particolari circa l'esecuzione pratica delle operazioni, i costi, i risultati di esperienze eseguite.

Egli afferma che l'economia del procedimento richiede di procedere alla iniezione per tratte successive, dato che in tal modo si riduce il volume della miscela da impiegare. Inoltre, risultando inefficace il semplice assorbimento del prodotto per azione della gravità, l'iniezione deve effettuarsi in pressione mediante apposito packer. Dopo aver introdotto nel foro una tubazione di rivestimento sino in prossimità della zona da campionare, si effettua la pulizia del foro mediante mezzi meccanici, ma non con acqua in pressione. Posto poi il packer al fondo del rivestimento, si inietta il prodotto lasciando il packer in posto sino alla gelificazione. Rimosso il packer, si effettua il campionamento e così via.

I packers da usare possono essere meccanici o pneumatici: nel secondo caso le operazioni sono più rapide; talvolta il packer pneumatico può essere anche impiegato al posto del tubo di rivestimento per sostenere le pareti del foro. E' bene prevedere un assorbimento di circa 20 litri di prodotto chimico per ottenere 30 cm di campione trattato, in formazioni aventi porosità pari a 1/3. La pressione di iniezione non deve provocare disturbi nel terreno, pertanto dev'essere minore di quella unitaria che insisteva sul punto da campionare; in ogni caso però dev'essere maggiore del livello della falda. La portata d'iniezione deve perciò essere contenuta da 4 a 16 litri al minuto. Il tempo di gelificazione non dovrebbe mai superare il tempo di pompaggio, anzi dovrebbe essere preferibilmente la metà del tempo di pompaggio, secondo una teoria proposta dallo stesso Autore in un articolo del 1968 (\*). In tale articolo l'Autore, che è direttore del Centro

(\*) «Chemical Grouting Technology», in «Journal Soil Mechanics F.D.», ASCE, gennaio 1968.

Ricerche Chimiche applicate all'Ingegneria, tenuto dall'American Cyanamid Co. di Princeton (casa produttrice dell'AM9) nel dare notizia di alcune ricerche eseguite sin dal 1956 in base a un programma stabilito dalla stessa American Cyanamid, espone in dettaglio alcune modalità d'iniezione dei prodotti chimici, sperimentate con successo in ispecie riguardo all'impiego dell'AM9.

Per tale prodotto, di viscosità pressoché pari a quella dell'acqua, fu sperimentato che una piena riuscita del trattamento d'iniezione in una sabbia, specie al fine di un'uniforme penetrazione del prodotto e allorché vi sia un rilevante movimento della falda, poteva ottenersi facendo in modo che il tempo di gelificazione della miscela nel terreno fosse pari alla metà del tempo occorrente per il pompaggio di quella miscela nel terreno stesso. Naturalmente, una simile tecnologia comporta l'adozione di alcune particolari modalità di approntamento della miscela, e dev'essere preceduta da sperimentazioni di laboratorio. In sostanza si verifica che, una volta gelificata la prima quantità di miscela nel terreno, la continuazione del pompaggio

provoca l'apertura di un certo numero di canali nella massa che trovasi appena all'inizio della gelificazione, conseguendone la piena otturazione dei pori proprio ove si era stabilito di effettuarla. Vengono così evitate le dispersioni della miscela che si verificano, invece, allorché il tempo di gelificazione è maggiore del tempo occorrente al pompaggio di un ben definito quantitativo di miscela, dispersioni dovute a varie cause tra cui principalmente il movimento della falda e la differente permeabilità degli strati.

Tornando all'argomento della campionatura, l'Autore consiglia di prevedere due pompe d'iniezione, allo scopo d'iniettare separatamente la soluzione vera e propria e il catalizzatore, in quanto i tempi di gelificazione risultano dover essere sempre molto corti (al più, un minuto primo).

I costi del prodotto si aggirano, in America, sulle 50-100 lire al litro. Pertanto, se il foro è iniettato con continuità, il costo totale del prodotto si aggira sulle 2700-5400 lire per metro di foro. A tale costo occorre aggiungere le operazioni d'iniezione.

I risultati ottenuti mediante opera-

zioni del genere hanno confermato che il campionamento viene decisamente migliorato. Allo scopo di effettuare un confronto, vennero perforati due fori a tre metri di distanza in una località nota per la uniformità del sottosuolo. Ambedue i fori furono campionati col cucchiaino in due metà (split spoon sampler); uno dei due si giovò del trattamento d'iniezioni. Dal confronto delle due stratigrafie sembra quasi impossibile che si sia ottenuto un miglioramento così accentuato, dato che sono state accertate variazioni del terreno lungo la verticale per spessori fino a qualche millimetro.

L'Autore termina ricordandoci che, per sabbie uniformi, sarebbe ormai accertata una proporzionalità lineare tra la densità del campione trattato e la sua resistenza a rottura a dilatazione libera. Può pertanto effettuarsi una preventiva scala delle densità del terreno da campionare, ottenendo in seguito rapidamente la resistenza a rottura a dilatazione libera del terreno campionato per semplice confronto con i dati ottenuti in laboratorio. Ciò, s'intende, nel caso di sabbie uniformi.

(Franco Mercogliano)